

Rec'd PCT/PTO 14 JUL 2004

10/501622
PCT/CH 03/00033

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 JAN 2003

WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 02 248.8
Anmeldetag: 21. Januar 2002
Anmelder/Inhaber: Bühler AG,
Uzwil/CH
Bezeichnung: System zur Beeinflussung der rheologischen
Eigenschaften eines förderbaren Materials
IPC: B 65 G 53/66

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. Juni 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

A 9161
06/00
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

System zur Beeinflussung der rheologischen Eigenschaften eines förderbaren Materials

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System zum Beeinflussen der rheologischen Eigenschaften eines förderbaren Materials, insbesondere eines fliessfähigen oder pastösen Produktes oder eines Schüttguts, wobei das System einer Maschine zum Bearbeiten bzw. Verarbeiten des förderbaren Materials zugeordnet oder zuordenbar ist, in der das förderbare Material entlang einer Förderrichtung transportiert wird.

Der Transport und die Bearbeitung/Verarbeitung viskoser oder pastöser Massen, aber auch der Transport von Schüttgütern erfordern viel Energie und zum Teil entsprechend gross ausgelegte Maschinen. Ausserdem ergeben sich beim Transport derartiger Massen oder Schüttgüter aufgrund der Wandreibung unterschiedliche Verweilzeiten des Materials in Maschinenbereichen oder in Transportleitungen, was die letztendlich erzielte Qualität des bearbeiteten/verarbeiteten Materials beeinträchtigt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einerseits bei der Bearbeitung/Verarbeitung und vor allem beim Transport der viskosen oder pastösen Massen in der Maschine Energie und/oder Maschinengrösse einzusparen, und andererseits eine Überwachung und Beurteilung der rheologischen Eigenschaften der Massen in der Maschine zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das eingangs genannte System: mindestens ein steuerbares Einwirkungssystem zum Erzeugen und Einleiten mechanischer Schwingungen in das Material in mindestens einem Bearbeitungsabschnitt der Maschine aufweist; sowie mindestens ein Erfassungssystem zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des Materials; wobei die erfassten rheologischen Eigenschaften als Grundlage für die Ansteuerung des Einwirkungssystems zum Erzeugen und Einleiten der mechanischen Schwingungen verwendet werden.

Indem die Auswirkungen der Einwirkung des mindestens einen steuerbaren Einwirkungssystems auf die rheologischen Eigenschaften des Materials mittels des mindestens einen Erfassungssystems erfasst werden, wird eine gezielte Beeinflussung der rheologischen Eigenschaften in mindestens einem Bearbeitungsbereich der Maschine ermöglicht.

Vorzugsweise weist das Erfassungssystem ein erstes Mittel zur Bestimmung des Geschwindigkeitsfeldes quer zur Förderrichtung in einem Bereich des Materials und ein zweites Mittel zur Bestimmung der Druckdifferenz entlang der Förderrichtung in dem Bereich und/oder am Rand des Bereichs des Materials auf.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführung, bei der das Erfassungssystem wiederum ein erstes Mittel zur Bestimmung des Geschwindigkeitsfeldes quer zur Förderrichtung in einem Bereich des Materials und ein zweites Mittel zur Bestimmung der Schubspannung entlang der Förderrichtung am Rand und/oder innerhalb des Bereichs des Materials aufweist.

Sowohl bei Verwendung der Druckdifferenz als auch bei Verwendung der Schubspannung kann aus der Kenntnis des Geschwindigkeitsfeldes des Materials und der an dem Material anliegenden Druckdifferenz dann die Scherviskositätsfunktion des Materials bestimmt werden. Diese nichtinvasive Vorgehensweise eignet sich besonders gut für industriellen Prozesse.

Das erfindungsgemäße System kann mehrere Einwirkungssysteme für mechanische Schwingungen aufweisen, wobei mindestens ein Einwirkungssystem für mechanische Schwingungen unabhängig vom Betriebszustand der Maschine ansteuerbar ist. Auch mehrere Einwirkungssysteme für mechanische Schwingungen können voneinander gesondert ansteuerbar sein. Dies ermöglicht eine gezielte und ggf. an verschiedenen Bearbeitungsabschnitten der Maschine unterschiedliche Beeinflussung des zu verarbeitenden, bearbeitenden oder zu transportierenden Materials.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführung des erfindungsgemäßen Systems ist ein erstes Erfassungssystem zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderba-

ren Materials förderabseitig von dem Bearbeitungsabschnitt angeordnet zur Erzeugung erster Signale, welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromab von dem Bearbeitungsabschnitt kennzeichnen. Dadurch kann die Wirksamkeit der Beeinflussung des Materials in dem Bearbeitungsabschnitt ständig überwacht und somit die Intensität der Beeinflussung ggf. angepasst werden.

Zweckmässigerweise ist zusätzlich ein zweites Erfassungssystem zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials förderaufseitig von dem Bearbeitungsabschnitt angeordnet zur Erzeugung zweiter Signale, welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromauf von dem Bearbeitungsabschnitt kennzeichnen.

Das erste und das zweite Erfassungssystem ermöglichen es nun, die ersten Signale und/oder die zweiten Signale mit jeweiligen Referenzwerten zu vergleichen, die bestimmte rheologische Eigenschaften kennzeichnen, wobei in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Signale innerhalb eines Regelkreises eine Rückkopplung erfolgt zur Ansteuerung des mindestens einen Einwirkungssystems für mechanische Schwingungen.

Ergänzend oder alternativ können auch die ersten Signale und die zweiten Signale miteinander verglichen werden, wobei dann auch hier in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Signale innerhalb eines Regelkreises eine Rückkopplung erfolgt zur Ansteuerung des mindestens einen Einwirkungssystems für mechanische Schwingungen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung nicht einschränkend aufzufassender Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung, wobei:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Systems als Blockdiagramm ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer speziellen Ausführung des steuerbaren Einwirkungssystems im Längsschnitt entlang der Material-Förderrichtung ist; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer speziellen Ausführung des Erfassungssystems im Längsschnitt entlang der Material-Förderrichtung ist.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Systems als Blockdiagramm. Ein Maschinenabschnitt mit einem Gehäuseabschnitt G wird in einer Förderrichtung F von einem förderbaren Material durchströmt, dessen rheologische Eigenschaften durch das erfindungsgemässe System beeinflusst werden. Hierzu ist dem Gehäuseabschnitt G des Maschinenabschnitts im Bereich eines Bearbeitungsabschnitts 2 der Maschine ein steuerbares Einwirkungssystem 1 zugeordnet. Stromab und stromauf von dem Bearbeitungsabschnitt (2) der Maschine sind dem Gehäuseabschnitt G ein erstes Erfassungssystem 3 bzw. ein zweites Erfassungssystem 4 zugeordnet. Das erste und das zweite Erfassungssystem 3, 4 dienen zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials förderabseitig bzw. förderaufseitig von dem Bearbeitungsabschnitt 2. Das erste Erfassungssystem 3 dient zur Erzeugung erster Signale S11, S12, ..., S1n, welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromab von dem Bearbeitungsabschnitt 2 kennzeichnen. Das zweite Erfassungssystem 4 dient zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials förderaufseitig von dem Bearbeitungsabschnitt 2. Das zweite Erfassungssystem 4 dient zur Erzeugung zweiter Signale S21, S22, ..., S2n, welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromauf von dem Bearbeitungsabschnitt 2 kennzeichnen.

Die von dem ersten Erfassungssystem 3 stammenden ersten Signale S11, S12, ..., S1n werden einem Regelkreis bzw. einer Steuerungsschaltung 5 zugeführt. Ebenso werden die von dem zweiten Erfassungssystem 4 stammenden zweiten Signale S21, S22, ..., S2n dem Regelkreis bzw. der Steuerungsschaltung 5 zugeführt. In diesem Regelkreis bzw. dieser Steuerungsschaltung 5 werden die von dem ersten Erfassungssystem 3 und dem zweiten Erfassungssystem 4 stammenden ersten bzw. zweiten Signale verarbeitet. Im Rahmen der Verarbeitung dieser Signale findet z.B. ein Vergleich der ersten

Signale S_{11} , S_{12} , ..., S_{1n} und/oder der zweiten Signale S_{21} , S_{22} , ..., S_{2n} mit jeweiligen Referenzwerten R_{11} , R_{12} , ..., R_{1n} statt. Zusätzlich hierzu oder alternativ können die ersten Signale und die zweiten Signale auch miteinander verglichen werden. In Abhängigkeit von dem Vergleich der ersten und der zweiten Signale mit den Referenzwerten bzw. der ersten Signale mit den zweiten Signalen erfolgt über den Regelkreis bzw. die Steuerungsschaltung 5 eine Ansteuerung des Einwirkungssystems 1, in dem die zur Beeinflussung der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials notwendigen mechanischen Schwingungen erzeugt werden.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer speziellen Ausführung des steuerbaren Einwirkungssystems im Längsschnitt entlang der Materialförderrichtung F. In dem Gehäuseabschnitt G ist eine Schlitzdüse 10 angeordnet. Entlang der Strömungsrichtung F besteht der Durchlassbereich der Schlitzdüse 10 aus einem sich verjüngenden Einlaufbereich 10a, an den sich ein Schlitzbereich 10b anschliesst, der wiederum in einen sich aufweitenden Auslaufbereich 10c mündet. Die Schlitzdüse enthält ausserdem eine erste Ultraschallquelle 11 und ist mit einer zweiten und einer dritten Ultraschallquelle 12, 13 verbunden. Die erste Ultraschallquelle 11 dient dazu eine Ultraschallwelle mit hoher Intensität in den Schlitzbereich 10b einzuleiten, wobei die Schwingungsrichtung vorwiegend senkrecht zur Strömungsrichtung F ist. Mit der zweiten und der dritten Ultraschallquelle 12, 13 werden ebenfalls Ultraschallwellen in den Bereich der Schlitzdüse 10 eingeleitet, wobei die Schwingungsrichtung vorwiegend parallel zur Strömungsrichtung F ist. Am stromaufseitigen Ende und am stromabseitigen Ende des Schlitzbereichs 10b befindet sich ein erster Drucksensor 14 bzw. ein zweiter Drucksensor 15. Die so ermittelte Druckdifferenz zwischen dem ersten Drucksensor 14 und dem zweiten Drucksensor 15 kann in Verbindung mit Information über den Volumenstrom durch den Gehäuseabschnitt G für die Bestimmung der Scherviskosität des förderbaren Material verwendet werden.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung einer speziellen Ausführung des Erfassungssystems im Längsschnitt entlang der Materialförderrichtung F. Ein Ultraschall-Sender/-Empfänger 21 ermittelt aus dem Echo des Ultraschalls das Geschwindigkeitsprofil P bzw. die Geschwindigkeit des strömenden Materials M als Funktion von der radialen Koordinate. Ein erster Drucksensor 22 stromauf von dem Ultraschall-Sender/-

Empfänger und ein zweiter Drucksensor 23 stromab von dem Ultraschall-Sender/-Empfänger ermöglichen die Bestimmung einer Druckdifferenz entlang der Gehäusewand G und somit die Bestimmung der Wandspannung. Unter der Annahme einer linearen Schubspannungsverteilung im Rohrquerschnitt lässt sich dadurch zusammen mit dem ebenfalls bestimmten Geschwindigkeitsprofil P die Scherviskosität als Funktion des örtlichen Geschwindigkeitsgradienten bestimmen.

Bezugszeichenliste

1	Einwirkungssystem
2	Bearbeitungsabschnitt
3	erstes Erfassungssystem
4	zweites Erfassungssystem
5	Regelkreis bzw. Steuerungsschaltung
10	Schlitzdüse
11	erste Ultraschallquelle
12	zweite Ultraschallquelle
13	dritte Ultraschallquelle
14	erster Drucksensor
15	zweiter Drucksensor
10a	Einlaufbereich
10b	Schlitzbereich
10c	Auslaufbereich
F	Förderrichtung
G	Gehäuseabschnitt
P	Geschwindigkeitsprofil
M	Material
S11 bis S1n	erste Signale
S21 bis S2n	zweite Signale
R11 bis R1n	Referenzwerte
21	Ultraschall-Sender/Empfänger
22	erster Drucksensor
23	zweiter Drucksensor

Patentansprüche

1. System (1, 3, 4) zum Beeinflussen der rheologischen Eigenschaften eines förderbaren Materials, insbesondere eines fließfähigen oder pastösen Produktes oder eines Schüttguts, wobei das System einer Maschine zum Bearbeiten bzw. Verarbeiten des förderbaren Materials (M) zugeordnet oder zuordenbar ist, in der das förderbare Material entlang einer Förderrichtung (F) transportiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das System aufweist:
 - a) mindestens ein steuerbares Einwirkungssystem (1; 11, 12, 13) zum Erzeugen und Einleiten mechanischer Schwingungen in das Material (M) in mindestens einem Bearbeitungsabschnitt (2) der Maschine; sowie
 - b) mindestens ein Erfassungssystem (3; 4; 14, 15; 21, 22, 23) zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des Materials (M); wobei
 - c) die erfassten rheologischen Eigenschaften als Grundlage für die Ansteuerung des Einwirkungssystems (1; 11, 12, 13) zum Erzeugen und Einleiten der mechanischen Schwingungen verwendet werden.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Erfassungssystem ein erstes Mittel (21) zur Bestimmung des Geschwindigkeitsfeldes quer zur Förderrichtung (F) in einem Bereich des Materials und ein zweites Mittel (22, 23) zur Bestimmung der Druckdifferenz entlang der Förderrichtung (F) in dem Bereich und/oder am Rand des Bereichs des Materials aufweist.
3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Erfassungssystem ein erstes Mittel (21) zur Bestimmung des Geschwindigkeitsfeldes quer zur Förderrichtung (F) in einem Bereich des Materials und ein zweites Mittel (24) zur Bestimmung der Schubspannung entlang der Förderrichtung (F) am Rand und/oder innerhalb des Bereichs des Materials aufweist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es mehrere Einwirkungssysteme (1; 11, 12, 13) für mechanische Schwingungen aufweist.
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Einwirkungssystem (1; 11, 12, 13) für mechanische Schwingungen unabhängig vom Betriebszustand der Maschine ansteuerbar ist.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Einwirkungssysteme (1; 11, 12, 13) für mechanische Schwingungen voneinander gesondert ansteuerbar sind.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Erfassungssystem (3) zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials förderabseitig von dem Bearbeitungsabschnitt (2) angeordnet ist zur Erzeugung erster Signale (S11, S12, ..., S1n), welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromab von dem Bearbeitungsabschnitt (2) kennzeichnen.
8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Erfassungssystem (4) zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des förderbaren Materials förderaufseitig von dem Bearbeitungsabschnitt (2) angeordnet ist zur Erzeugung zweiter Signale (S21, S22, ..., S2n), welche die physikalisch-chemischen, insbesondere rheologischen Eigenschaften des Materials stromauf von dem Bearbeitungsabschnitt (2) kennzeichnen.
9. Maschine nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Signale (S11, S12, ..., S1n) und/oder die zweiten Signale (S21, S22, ..., S2n) mit jeweiligen Referenzwerten (R11, R12, ..., R1n) verglichen werden, die bestimmte rheologische Eigenschaften kennzeichnen, wobei in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Signale innerhalb eines Regelkreises (5) eine Rückkopplung erfolgt zur Ansteuerung des mindestens einen Einwirkungssystems (1; 11, 12, 13) für mechanische Schwingungen.

10. Maschine nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Signale (S11, S12, ..., S1n) und die zweiten Signale (S21, S22, ..., S2n) miteinander verglichen werden, wobei in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Signale innerhalb eines Regelkreises (5) eine Rückkopplung erfolgt zur Ansteuerung des mindestens einen Einwirkungssystems (1; 11, 12, 13) für mechanische Schwingungen.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein System (1, 3, 4) zum Beeinflussen der rheologischen Eigenschaften eines förderbaren Materials, insbesondere eines fließfähigen oder pastösen Produktes oder eines Schüttguts, wobei das System einer Maschine zum Bearbeiten bzw. Verarbeiten des förderbaren Materials (M) zugeordnet oder zuordenbar ist, in der das förderbare Material entlang einer Förderrichtung (F) transportiert wird.

Das erfindungsgemäße System weist mindestens ein steuerbares Einwirkungssystem (1; 11, 12, 13) zum Erzeugen und Einleiten mechanischer Schwingungen in das Material (M) in mindestens einem Bearbeitungsabschnitt (2) der Maschine auf; sowie mindestens ein Erfassungssystem (3; 4; 14, 15; 21, 22, 23; 21, 24) zum Erfassen der rheologischen Eigenschaften des Materials (M); wobei die erfassten rheologischen Eigenschaften als Grundlage für die Ansteuerung des Einwirkungssystems (1; 11, 12, 13) zum Erzeugen und Einleiten der mechanischen Schwingungen verwendet werden.

(Figur 1)

Fig. 1

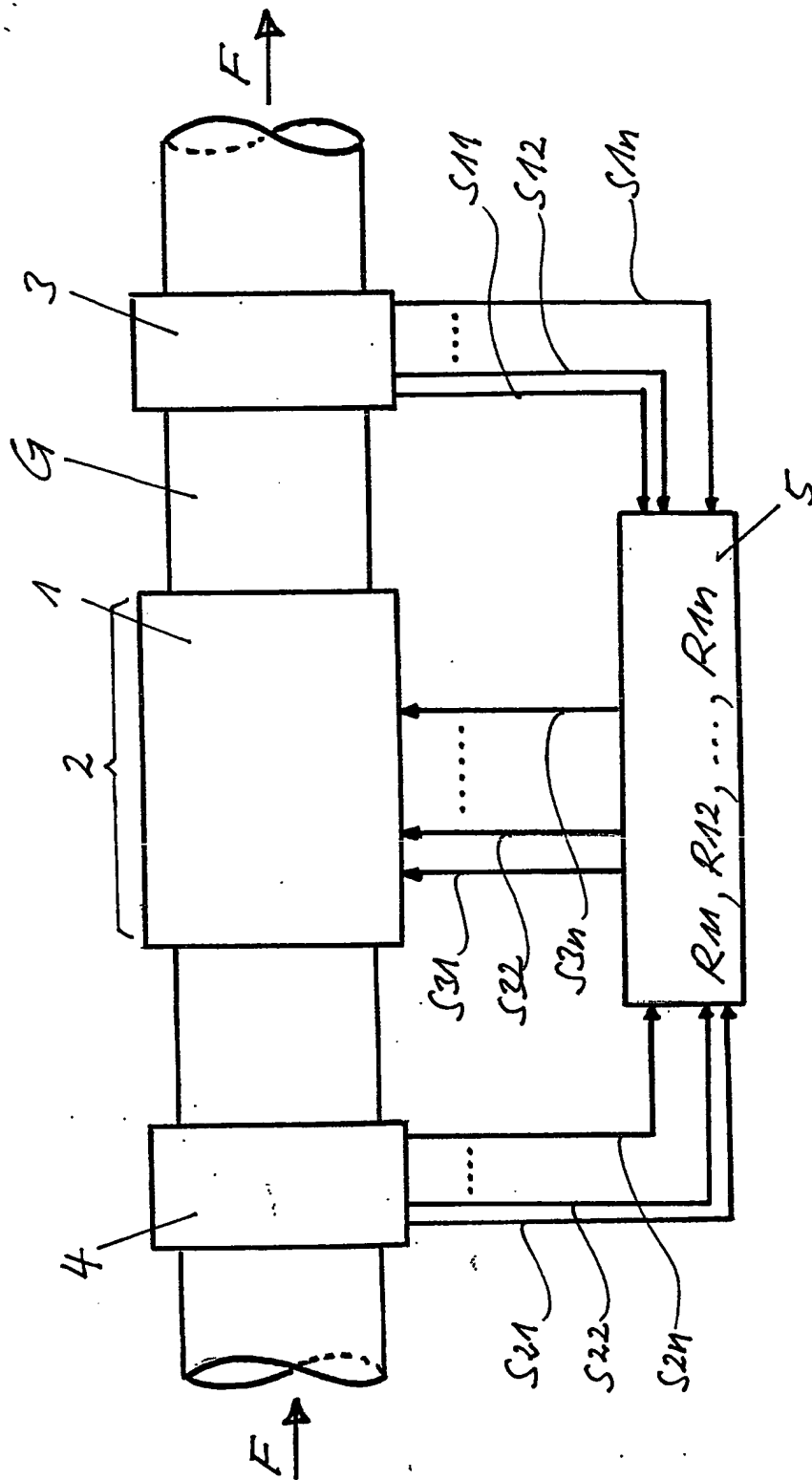
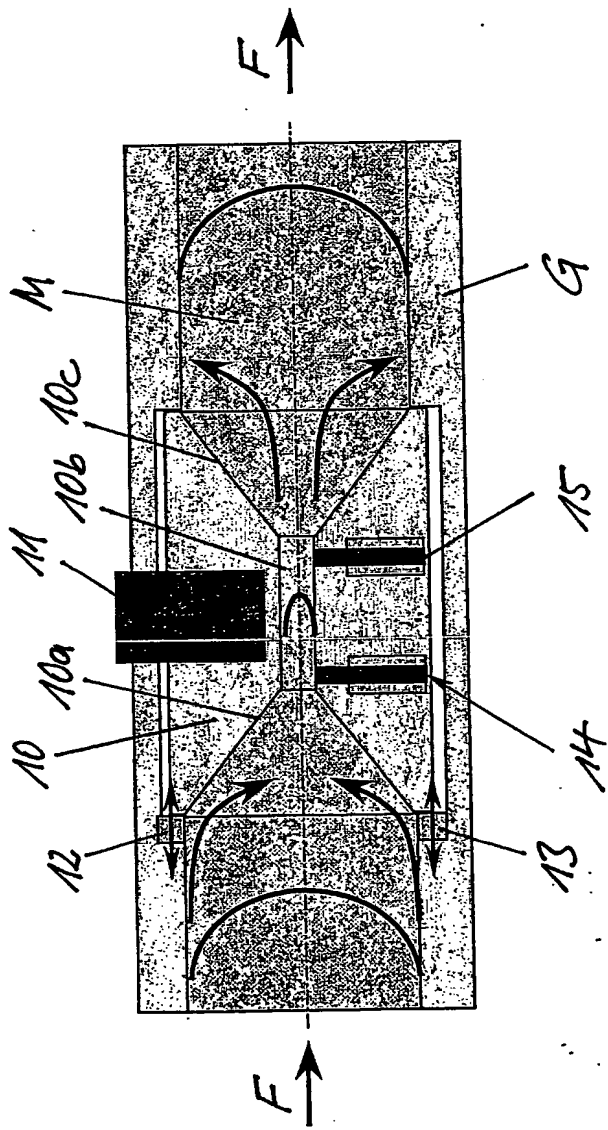
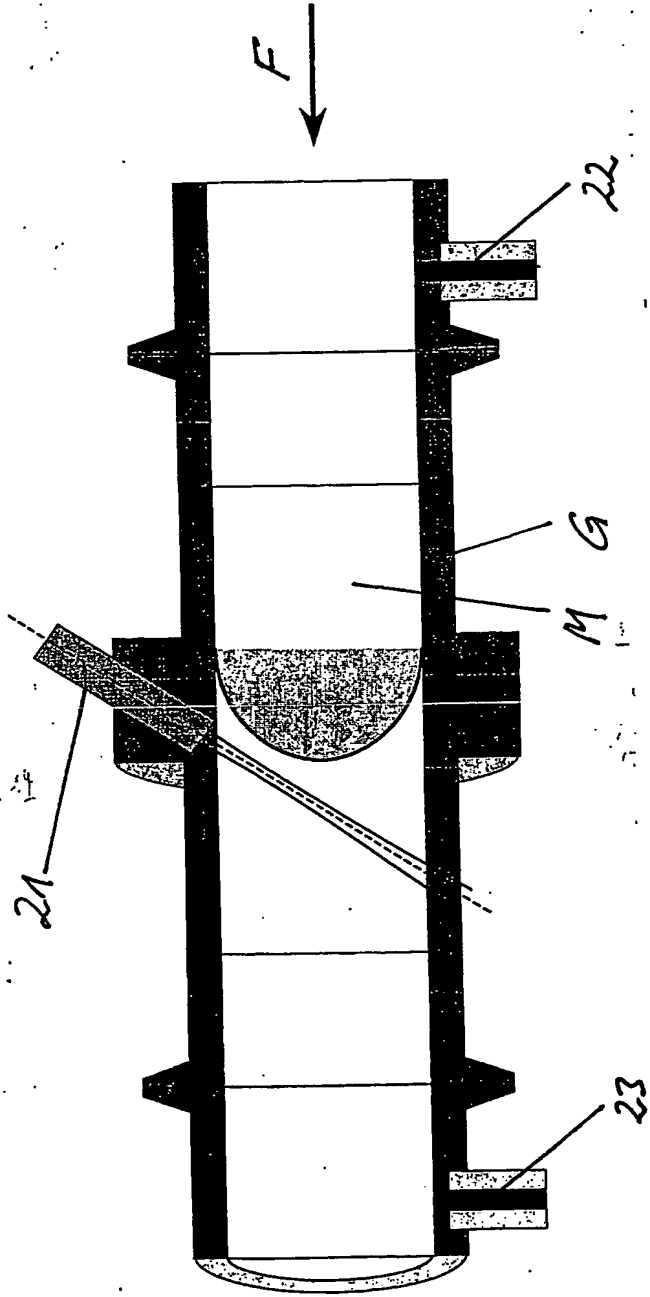


Fig. 2



3/3

Fig. 3



**PThis Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.